

Development of a Weekly Load Forecasting Expert System

黃甲珠* · 金光鎬** · 金成學***

(Kab-Ju Hwang · Kwang-Ho Kim · Sung-Hak Kim)

Abstract - This paper describes the Weekly Load Forecasting Expert System(Named WLoFy) which was developed and implemented for Korea Electric Power Corporation(KEPCO). WLoFy was designed to provide user oriented features with a graphical user interface to improve the user interaction. The various forecasting models such as exponential smoothing, multiple regression, artificial neural networks, rule-based model, and relative coefficient model also have been included in WLoFy to increase the forecasting accuracy. The simulation based on historical data shows that the weekly forecasting results from WLoFy is an improvement when compared to the results from the conventional methods. Especially the forecasting accuracy on special days has been improved remarkably.

Key Words : Weekly Load Forecasting, Expert System, Exponential Smoothing, Multiple Regression, Neural Network, Rule based System, Relative Coefficients

1. 서 론

전력시스템을 경제적, 안정적으로 운용하기 위해서는 미래 1주일간의 전력수요를 정확하게 예측하는 일이 매우 중요하다. 본 연구는 전력시스템의 주간 수급계획에 관련한 발전계획, 발전기 기동정지계획, 양수계획 등의 입력자료로 필요한 일~주간 전력수요를 효과적으로 예측하기 위한 산법을 제안하고 전문가 시스템으로 개발하는데 있다.

일~주간예측은 그 특성상 중·장기예측에서 큰 영향을 주는 사회적, 경제적 요인은 적은 반면 예측일에 가까운 과거의 수요패턴이나 기상변화와 밀접한 관련성이 있다. 이런 특성 때문에 주간수요예측의 접근방안은 예측일에 가까운 과거의 수요실적을 분석하여 접근하는 시계열 예측모형과 수요와 그 변동요인의 인과관계를 분석하여 접근하는 중회귀분석 예측모형을 들 수 있다. [1-3] 최근에는 수요예측 문제에 내재하는 비선형성과 불확실성을 반영하기 위하여 인공지능형 접근 방법인 신경회로망과 퍼지이론의 도입 등이 활발하게 연구되고 있다. [4-6]

그런데 전력수요예측시 대상이 되는 날짜의 계절, 요일 및 특수일 여부에 따라 고유한 특성을 나타내므로 모든 날짜의 예측에 적합한 유일한 접근법은 존재하지 않으며, 실제 예측전문가의 경험적인 예측결과가 이론적인 예측기법의 경우보다 좋은 예측결과를 도출하고 있다. 예를 들면, 평상일

에 효과적인 시계열 기법이 공휴일 등에서는 그 예측결과가 나쁘며, 특히 설날이나 추석과 같은 특수 경부하 주간의 경우 예측 실무자의 경험적인 판단이 좋은 예측결과를 보여주고 있다.[9]

근년 국내에서는 이런 점에 착안하여 예측일의 특성에 적합한 기법으로 예측을 수행하는 일간수요예측 전문가시스템(LoFy)이 개발되어 실제통에 적용되고 있다.[7] 본 연구에서는 전문가시스템 LoFy를 개선, 확장하여 1주일(168시간)의 시간대별 수요까지를 효과적으로 예측할 수 있는 산법을 포함한 주간수요예측 전문가시스템(Weekly Load Forecasting Expert System; WLoFy)으로 개발하였다.

WLoFy에 의한 일간예측을 수행할 경우에는, 예측대상일의 특성에 따라 평활화 모형, 중회귀분석 모형, 신경망 모형 및 규칙기반 모형을 이용하여 예측을 한다. 그러나 주간예측의 경우에는 예측구간 이전의 수요패턴에 대한 상대값계열을 모형으로 구성하는 상대계수모형(Relative Coefficient Model)을 이용하여 예측을 하게 된다. 이때 예측주간에 특수일을 포함하는가 아닌가에 따라 그 접근방법을 달리하였다.

본 연구를 통하여 개발한 전문가 시스템의 효용성을 알아보기 위하여 과거실적을 대상으로 시산을 한 결과, 특수일을 포함하는 주간의 예측 정확도를 크게 개선할 수 있음을 알 수 있었다. 본 논문에서는 1997년도 여름공휴주간인 추석주간을 대상으로 예측모형의 제량들도 제시하였다.

2. 시스템의 개요

주간수요예측 전문가시스템 WLoFy는 사용자 중심의 수요예측 시스템으로, 실무 예측 전문가가 수행하는 일상의 예

* 正 會 員 : 蔚山大 工大 電氣工學科 教授 · 工博

** 正 會 員 : 江源大 工大 電氣工學科 助教授 · 工博

*** 正 會 員 : 韓國電力公社 系統運用處 責任專門員

接受日字 : 1998年 10月 30日

最終完了 : 1999年 2月 8日

측업무를 그대로 컴퓨터를 통하여 쉽고 빠르게 수행할 수 있도록 개발하였다. 그림 1은 WLoFy의 개념적 구성을 보인 것이다. 즉, 데이터베이스내의 제반 자료를 관리하고, 수요의 예측을 수행하며, 예측결과를 분석, 보정하여 보고서를 작성하는 일련의 과정을 자동적, 또는 사용자와의 대화를 통하여 실행되도록 구현하였다. WLoFy의 외향적인 구성은 퍼스널 컴퓨터와 주변장치, 예측산법과 지식기반, 그리고 사용자 인터페이스의 결합체이며, MS Windows 95 운영체제에서 Visual Basic과 C++언어 및 관련 OCX를 이용하여 개발하였다.

WLoFy는 예측 대상일의 특성에 적합한 예측기법을 도입하여 이들 예측 결과들을 서로 비교, 검토할 수 있다. 사용자는 달력을 통하여 예측일을 선택하며, 차트와 스프레드시트를 통하여 표시되는 계량들을 마우스나 대화상자를 통해 간섭하거나 판단을 반영할 수 있으며 예측결과도 조정용 스크린을 클릭하여 즉시 변경할 수 있다. WLoFy는 10개의 화면으로 구성되어 있으며, 다양한 장표들을 출력한다.

WLoFy의 시계열 자료는 시간대별 과거의 수요와 기상실적이며, 기상은 우리 나라 대표적인 도시(서울, 부산, 대전, 대구, 광주)의 기상자료(일최고온도, 일최저온도 및 조도)를 사용하였다. 이들 자료는 데이터베이스 테이블의 접근 개체(DAO 2.5)를 이용하여 관계형 데이터베이스 MS-Access의 JET 엔진과 연계된다. 반면 규칙기반은 규칙의 편집을 쉽게 하기 위하여 텍스트 파일로 구성하였으며, 추론엔진은 상용화 제품을 사용하지 않고 C++언어로 자체 개발하여 추론을 빠르도록 하였다.

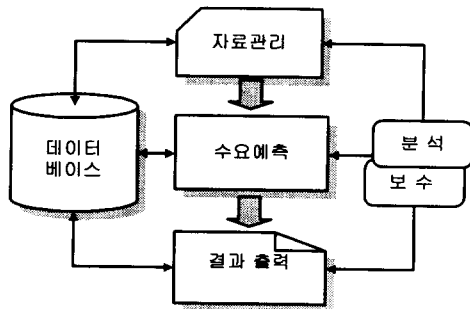


그림 1 WLoFy의 개념적 구성

Fig. 1 Framework of WLoFy

3. 일간예측 모형

WLoFy는 다음날의 시간대별 수요를 예측하기 위하여 기본적으로 다음과 같은 4가지 예측모형을 포함하고 있다.[7]

3.1 지수평활화 모형(Exponential Smoothing) 모형

그동안 전력회사에서 활용해 오던 예측모형으로 기상수요나 특수한 변동이 없는 평상일의 예측수요에 안정된 예측결과를 준다. d일 t시각의 예측수요 F는 과거실적 시계열 X를 이용하여 식 (1)에 의해 예측된다.

$$F_{(d,t+1)} = \alpha X_{(d,t)} + (1-\alpha)F_{(d,t)} \quad (1)$$

3.2 중회귀 분석(Multiple Regression) 모형

전력수요에 큰 영향을 주는 기상값을 이용하여 일 최대수요 Fmax를 나타내는 모형으로 기본적으로 식 (2)와 같이 구성되어 있다.

$$F_{max} = a_0 + a_1 T_{max} + a_2 T_{min} + a_3 C_{ave} \quad (2)$$

식 (2)에서 설명변수 Tmax, Tmin, Cave는 일최고온도, 일최저온도 및 일평균조도로, 지역별 기상자료를 전국치로 등가화한 값이다. 등가화는 지역별 수요구성비(서울:0.51, 부산:0.22, 대전:0.09, 대구:0.13, 광주:0.05)를 가중평균하여 산출한다. 모형구성시 피설명/설명변수의 시계열 값은 최근 실적자료 10일분을 pooling하며, 예측모형의 안정성을 높이기 위하여 이들 시계열 X를 식 (3)과 같이 단위값으로 표준화하여 이용한다. 시간대별 수요는 추정된 일 최대수요에 식(4)로 정의되는 일수요패턴계수를 곱하여 추정한다.

$$X_{pu} = \frac{X_{mu} - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

$$PU(d, t) = \frac{MW(d, t)}{MW(d, max)} \quad (4)$$

3.3 신경회로망(Neural Network) 모형

신경회로망의 경우에도 중회귀 분석모형과 마찬가지로 일 최대수요와 지역별 기상자료를 이용하여 학습패턴을 구성하였으며 오차역전파(Back Propagation;BP) 알고리즘에 의해 학습토록 하였다. 기본적인 신경회로망의 구조는 2개의 은닉층을 가지며 학습패턴은 예측일과 같은 요일중에 최근 7일간의 자료를 pooling하여 구성한다. 시간대별 수요는 추정된 일 최대수요에 일수요패턴계수를 곱하여 얻는다.

3.4 지식기반(Knowledge Based) 모형

특수일 수요의 예측을 위한 지식기반 모형은 과거 특수일의 수요특성을 분석하여[8] 모든 특수일에 대한 규칙들을 IF-THEN 의 생성규칙으로 구축하였다. 이때 새로운 ThenObj 연산자를 이용하여 규칙을 확장할 수 있다.

If	예측일
And	날짜정보(연,월,요일 등)
ThenObj	규칙
...	
Then	규칙

4. 주간예측 모형

앞에서 설명한 일간예측모형을 단순히 주간(168시간)으로 확장하거나, 168시간의 수요패턴을 1개의 개체로 간주하여 일간예측모형을 도입한 결과, 예측이 진행됨에 따라 예측정확도가 떨어지게 되어 별도의 예측모형을 개발할 필요가 있다. 그런데 주간예측의 경우에도 평상일의 기준수요가 거의 변하지 않으며 수요패턴 또한 거의 일정한 형태를 나타낸다.

본 연구에서는 이런 점에 착안하여 그림 2와 같은 동기대비 상대계수(Coefficient via Previous Same Day Axis; PRC) 및 평일대비 상대계수(Coefficient via Previous Ordinary Day Axis; ORC)를 이용하여 예측모형을 구성하였다.

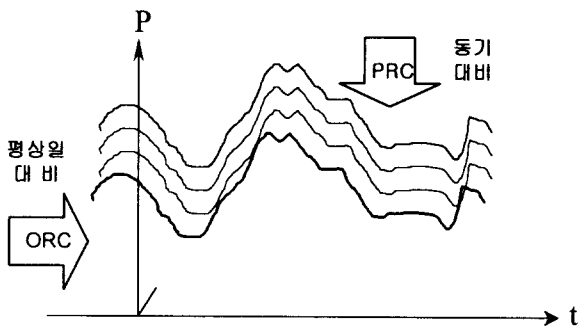


그림 2 상대계수의 개념

Fig. 2 Concept of Relative Coefficients

PRC는 예측일 이전 동일한 특성을 갖는 주간에 대비한 수요비율이고 ORC는 예측일 이전 평상일의 수요에 대비한 예측주간의 수요비율로 다음 식 (5)~(6)와 같이 정의된다.

$$PRC = \frac{\text{기준시점}(d,t)\text{의 수요}}{\text{기준시점}(d,t)\text{동일특성의 과거주간시점 수요}} \quad (5)$$

$$ORC = \frac{\text{기준시점}(d,t)\text{의 수요}}{\text{기준시점}(d,t)\text{이전 평상일 시점의 수요}} \quad (6)$$

식 (5)에서 동일특성은 요일 및 특수일코드를 기준으로 분류한다. 다음은 이들 코드를 나타낸 것이다.

요일 코드

일1	일2	월1	월2	화
수	목	금	토	

특수일 코드

광복절-1	광복절	광복절+1	국군의날-1
국군의날	국군의날+1	광역선거-1	광역선거
광역선거+1	기초선거-1	기초선거	기초선거+1
국회선거-1	국회선거	국회선거+1	대통령선거-1
대통령선거	대통령선거+1	대통령취임-1	대통령취임
대통령취임+1	개천절-1	개천절	개천절+1

근로자의날-1	근로자의날	근로자의날+1	불량자료
석탄일-1	석탄일	석탄일+1	성탄절-1
성탄절	성탄절+1	신정-2	신정-1
신정	신정+1	신정+2	신정+3
설날-4	설날-3	설날-2	설날-1
설날	설날+1	설날+2	설날+3
설날+4	삼일절-1	삼일절	삼일절+1
식목일-1	식목일	식목일+1	어린이날-1
어린이날	어린이날+1	임시공휴-1	임시공휴
임시공휴+1	제헌절-1	제헌절	제헌절+1
징검다리일	추석-4	추석-3	추석-2
추석-1	추석	추석+1	추석+2
추석+3	추석+4	한글날-1	한글날
한글날+1	현충일-1	현충일	현충일+1
하계휴가-4	하계휴가-3	하계휴가-2	하계휴가-1
하계휴가	하계휴가+1	하계휴가+2	하계휴가+3
하계휴가+4	하계휴가+5		

상대계수를 이용한 주간예측의 흐름을 나타내면 그림 3과 같다.

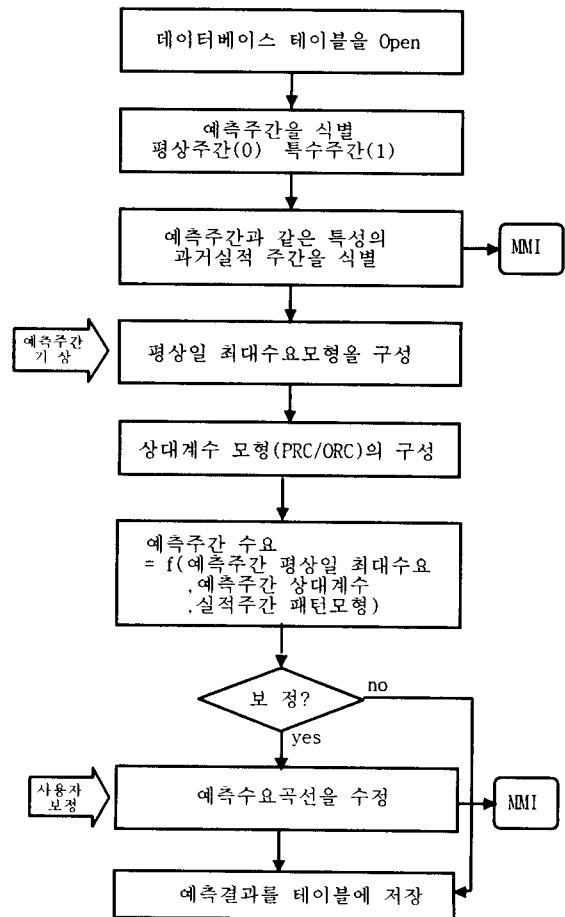


그림 3 주간예측의 흐름

Fig. 3 Flow of Weekly Forecasting

본 연구에서는 예측주간의 특성에 따라 다음과 같은 3가지 예측방안을 제시한다.

4.1 상대계수모형에 의한 평상주간의 예측

평상주간이란 예측대상에 특수일을 포함하지 않은 주간이다. 이 경우 일별 수요패턴은 요일에 따라 분류되므로 PRC식 (5)의 분모에서 동일특성이란 요일이 같음을 의미한다.

- (1) 피예측주간 7일간의 정보(날짜, 요일, 코드 등)를 식별한다.
- (2) 피예측주간과 같은 특성(요일)의 과거실적주간(3주간)을 탐색한다.
- (3) 실적/예측주간의 평상일 최대수요를 산정한다. 예측일의 경우에는 기상변위분을 고려한다.
- (4) 실적주간에서 평상일 4개의 수요패턴을 평균하여 일패턴모형으로 설정한다.
- (5) 실적주간의 PRC/ORC n개를 평균하여 PRC/ORC모형으로 설정한다.
- (6) ORC모형을 이용하여 예측주간의 최대수요(7일분)를 추정한다.
- (7) 예측주간의 최대수요에 일패턴모형을 곱하여 시간대별 수요를 예측한다.
- (8) 예측결과를 차트와 스프레드 그리드에 표시한다.

이해를 돕기 위하여 1997년 10월 23일~29일의 1주간을 사례로 들고 제량들을 표시하면 표 1~2와 같다. 그림 4는 평상주간의 예측화면을 나타낸 것이다.

4.2 상대계수모형에 의한 특수주간의 예측

특수주간이란 특수일을 포함하는 주간이며, 식 (5)의 PRC에서 같은 특성이란 특수일 코드가 같음을 의미한다. 특수주간의 예측과정을 열거하면 다음과 같다.

- (1) 특수일을 기준으로 7일간(d-3,d-2,d-1,특수일,d+1,d+2,d+3)의 정보(날짜, 요일, 코드 등)를 식별한다.
- (2) 피예측주간과 같은 요일 및 코드를 갖는 과거실적주간(3주간)을 탐색한다. 만약 이들 구간이 3개 이하이면, 요일이 다르더라도 코드가 같은 실적구간을 탐색한다.
- (3) 실적/예측주간의 평상일 최대수요를 산정한다. 이때 기상변위분은 고려하지 않는다.
- (4) 실적주간에서 평상일 4개의 수요패턴을 평균하여 일패턴모형으로 설정한다.
- (5) 실적주간의 PRC/ORC 3개를 평균하여 PRC/ORC모형으로 설정한다.
- (6) ORC모형을 이용하여 예측주간의 최대수요(7일분)를 추정한다.
- (7) 예측주간의 최대수요에 일패턴모형을 곱하여 시간대별 수요를 예측한다.
- (8) 예측결과를 차트와 스프레드 그리드에 표시한다.

이해를 돕기 위하여 1997년 추석 경부하 주간(9월 13일~19일)을 사례로 들고 제량들을 표시하면 표 3~4와 같다. 그림 5는 추석 특수주간의 예측화면을 나타낸 것이다.

4.3 지식기반에 의한 특수주간의 예측

특수주간예측의 경우 상대계수모형에 의해 평상주간처럼 예측을 한 다음 특수일만을 골라서 지식기반에 의해 예측을 할 수 있다. 사례로 든 추석의 규칙은 다음과 같다.

If 추석 '추석날이
 And 화 '화요일이면
 ThenObj 작년 '작년 추석날에서
 ThenObj 10전일 '이전 평상일 수요 10개 평균하여
 ThenObj 종일 '24시간의 수요를
 ThenObj 48%감소 '48[%]만큼 감소한다.
 ThenObj 나머지 '나머지 시간은
 Then 같다 '그대로 둔다

표 1 주간 평상일의 정보

Table 1 Information of Ordinary Days

대상	날짜 (yyymmdd)	요일	일 최고온도	최대수요 [MW]
예측	971026	일	23	30,752
탐색1	941024	일	17	30,440
탐색2	961012	일	22	29,946
탐색3	951005	일	22	30,106

표 2 주간 평상일의 정보

Table 2 Information of Ordinary Days

항목	실적	'97 1023	'97 1024	'97 1025	'97 1026	'97 1027	'97 1028	'97 1029
PRC-1	101	99	98	100	101	100	100	99
PRC-2	102	102	100	99	100	100	100	102
PRC-3	99	102	109	104	100	102	103	102
ORC96	100	100	98	90	79	99	100	100
ORC95	100	99	99	92	80	100	101	99
ORC94	100	99	92	90	81	100	100	99
최대수요 [MW]	30,752	30,444	29,521	27,676	24,601	30,444	30,752	30,444

표 3 추석 특수일의 정보

Table 3 Information of Chusock days

대상	날짜 (yyymmdd)	요일	이전평상일 최대수요 [MW]
예측	970916	화	33,290
탐색1	970920	화	22,788
탐색2	970927	금	28,623
탐색3	970909	토	27,381

표 4 추석주간 예측용 상대계수와 최대수요

Table 4 Coefficients and Peak MW of Chusock weeks

항목	실적	'97 1023	'97 1024	'97 1025	'97 1026	'97 1027	'97 1028	'97 1029
PRC96	116	95	91	95	96	98	106	101
PRC95	105	125	120	122	125	123	113	118
PRC94	120	106	127	106	101	99	93	97
ORC96	100	99	92	64	55	57	65	85
ORC95	100	82	89	61	51	54	67	84
ORC94	100	91	73	60	53	57	75	91
최대수요 [MW]	33,290	31,292	27,963	20,306	17,643	18,642	22,970	28,629

5. 예측 결과

주간수요예측 전문가시스템 WLoFy에 의한 예측정확도를 평가해 보기 위해 최근 4년간(1994~1997) 우리나라 실제통 자료를 대상으로 예측을 수행하였다. 평가를 위한 예측오차는 식 (7)과 같이 시간대별 예측오차 절대치의 합을 평균하여 구한 절대평균 백분율오차[%]로 정의하였다.

$$\text{예측오차율} = \frac{|\text{실적값} - \text{예측값}|}{\text{실적값}} \times 100 [\%] \quad (7)$$

평균오차 못지 않게 중요한 것은 최대수요가 발생하는 시점의 예측오차이며, 평가에서 최대오차란 개별오차값 중 가장 큰 값이 아닌, 최대수요 발생시점의 예측오차를 의미한다.

표 5는 평상주간의 예측오차를 나타낸 것이며, 표 6은 음력 특수일인 설날과 추석 주간의 예측결과를 보인 것이다. 평상주간 예측시, 예상온도는 실제온도를 사용하였고 중회귀 분석을 통한 기상감응수요분 만큼 보정하였으나 특수주간 예측시는 기상감응수요를 고려하지 않는다. 또한 모형화 과정에서 PRC와 수요패턴을 화면으로 검토하여 상당한 격차가 난다고 생각되면 경험적으로 보정을 하였다.

상대계수모형에 의해 특수주간을 예측한 결과 지식기반을 이용한 예측의 경우와 비슷한 결과를 나타내고 있는데, 이것은 특수일의 규칙기반이 상대계수의 형태 즉, '예측주간 이전의 평상일 수요에 대하여 몇% 변화한다'는 식으로 기술하고 있기 때문이다.

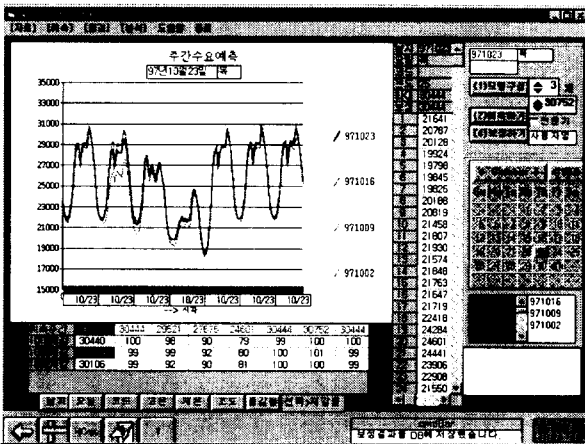


그림 4 평상주간의 예측화면
Fig. 4 Form for Ordinary Week Forecasting

표 5 평상주간의 예측오차[%]

Table 5 Error[%] of Ordinary Week

연도	최대오차	평균오차
1994년	2.28	1.93
1995년	1.87	1.90
1996년	2.10	2.03
1997년	1.96	1.87
평균	2.05	1.93

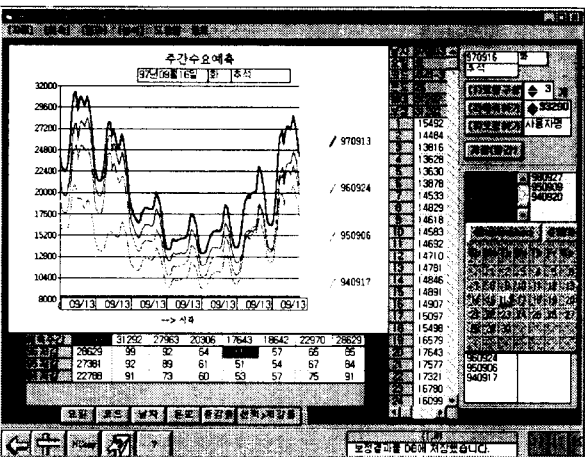


그림 5 특수주간의 예측화면
Fig. 5 Form for Special Week Forecasting

표 5 특수주간의 예측오차[%]

Table 5 Average Errors[%] of Special Week

연도	설날 -1	설날	설날 +1	추석 -1	추석	추석 +1
1994년	2.65	3.01	2.17	2.42	2.50	2.67
1995년	1.58	2.34	3.35	3.20	0.56	1.84
1996년	1.80	3.27	3.98	2.06	2.69	2.86
1997년	1.24	3.16	3.03	3.38	0.64	2.74
평균	1.82	2.95	3.13	2.76	1.60	2.53

6. 결 론

본 연구를 통하여 전력계통의 운용업무에 활용될 주간수요예측 전문가시스템(WLoFy)을 개발하였으며, 그 연구결과를 요약하면,

- (1) 종래의 예측방법인 실적 시계열을 이용한 수리기법의 단점을 개선하여 예측일의 특성에 맞는 다양한 예측모형을 포함하였다.
- (2) 정상주간 및 특수주간의 예측을 위하여 상대계수모형을 제안하였으며, 과거 4년간의 실적을 대상으로 그 수행능력을 평가하였다.
- (3) WLoFy를 통하여 사용자는 편리하고도 다양한 인터페이스를 통하여 대화식으로 수요예측에 개입하므로써 수요예측문제의 감각을 가질 수 있으며, 신속하고도 체계적인 예측을 할 수 있다.
- (4) 단기운용계획의 기본 프로그램으로 활용할 수 있으며, 관련 부서와 데이터베이스를 연계하여 수요예측 관련 자료들을 공유, 활용할 수 있다.

예측문제가 갖는 특성상 WLoFy의 정량적인 효과를 제시하기 어려우나 평균예측오차를 일간예측의 경우 1.5[%]이하, 정상주간 예측시 2.0[%]전후, 특수주간의 경우에도 3.0[%]이내의 개선된 예측결과를 얻을 수 있다. 이러한 예측정확도의 개선은 전력계통의 경제운용에 연계되어 상당한 비용절감으로 기여하게 될 것이다.

WLoFy는 사용자의 적극적인 활용여부에 따라 그 효용성이 달라지는 사용자 중심의 시스템이다. 사용자는 예측모형구성시 유사성이 높은 과거수요패턴의 선택에 관여함으로써 예측 정확도를 개선할 수 있으며, 예측결과를 분석하여 규칙기반 등을 신속하게 갱신함으로써 새로운 예측환경에 용이하게 대처할 수 있다. 이런 점에서 예측환경의 변화에 따라 자동적으로 예측모형과 규칙기반을 갱신할 수 있는 보다 지능적인 전문가 시스템의 연구가 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소 주관으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] A. Ghosh, S. Devadas, K. Keutzer and J. White, "Estimation of Average Switching Activity in Combinational and Sequential Circuits," ACM/IEEE Design Automation Conf., pp. 253-259, 1992.
- [2] F.N. Najm, "A Survey of Power Estimation Techniques in VLSI Circuits," IEEE Trans. on VLSI Systems, pp. 446-455, Dec. 1994.
- [3] G. Gross, F. D. Galiana, "Short-Term Load Forecasting", Proc. of IEEE, Vol. 75, No. 12, pp. 1558-1573, Dec. 1987
- [4] K. Y. Lee, Y. T. Cha and J. H. Park, "Short - Term Load Forecasting Using An Artificial Neural Network," IEEE Trans. on Power Systems, vol. 7, No. 1, pp. 124-132, Feb. 1992
- [5] D. Srinivasan, C. S. Chang and A. C. Liew,

"Demand Forecasting Using Fuzzy Neural Computation with Special Emphasis On Weekend And Public Holiday Forecasting", IEEE Trans. on Power Systems, vol. 10, No. 4, pp. 1897-1903, Nov. 1995

- [6] K. H. Kim, J. K. Park, K. J. Hwang and S.H.Kim, "Implementation of Hybrid Short-Term Load Forecasting System Using Artificial Neural Networks and Fuzzy Expert Systems", IEEE Trans. on power Systems, Vol. 10, No. 3, August 1995
- [7] 김광호, 황갑주, 박종근, 김성학, "단기전력수요예측 전문가 시스템의 개발", 전기학회 논문지 47권, 3호 1998년 3월
- [8] "수요예측 자료집", 한국전력공사 계통운용처, 1991-1997
- [9] "특수경부하 수요변동특성의 분석", 한국전력공사 계통운용처, 1995

저 자 소 개



황 갑 주(黃 甲 珠)

1953년 1월 14일 생. 1975년 울산공대 전기공학과 졸업. 1978년 한양대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1987년~1989년 Univ. of Texas at Arlington 방문교수. 1983년~현재 울산대 공대 전기전자 및 자동화공학부 교수. 당학회 평의원

Tel : (052) 259-2189, Fax : (052) 277-3522

E-mail : hwangkj@uou.ulsan.ac.kr



김 광 호(金 光 鎬)

1966년 1월 17일 생. 1988년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1994년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1995년~현재 강원대 공대 전기공학과 조교수

Tel : (0361) 250-6298

E-mail : khokim@cc.kwangwon.ac.kr



김 성 학(金 成 學)

1952년 6월 21일 생. 1975년 동아대 공대 전자공학과 졸업. 1984년 한양대 산업대학원 졸업(석사). 현재 한국전력공사 계통운용처 책임 전문원

Tel : (02) 3456-4807

E-mail : shkimsh@dava.kepco.co.kr